

НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ: ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ

ГЛЕБОВА Марина Владимировна

кандидат педагогических наук, заместитель начальника
Управление образования администрации города Прокопьевска
г. Прокопьевск, Россия

В статье обсуждается проблема развития когнитивной сферы обучающихся с учетом достижений современной нейронауки. Структурные изменения в головном мозге, возникающие в процессе обучения, закладывают траекторию последующей интеллектуальной деятельности, определяют механизмы, диапазон возможностей и границы познания, восприятия и социального поведения. На основе обобщения и анализа нейробиологических данных формулируются практические выводы и рекомендации по развитию когнитивных функций детей и повышению эффективности образовательного процесса.

Ключевые слова: когнитивное развитие, интеллект, мышление, мозг, нейронаука, нейропластичность, образование.

Современная нейронаука переживает период радикальных сдвигов, характеризуется расширением своего влияния далеко за пределы научных дисциплин, с которыми она традиционно связывалась ранее: биологии, биохимии, генетики, медицины, включает в себя весь спектр социальных, политических и экономических контекстов и связанных с ними практик.

Беспрецедентно высокая скорость развития наук о мозге, связанная с совершенствованием исследовательских технологий, революционизирует эту область знаний. Нейронаука становится очень эффективным центром притяжения и развития не только в области естествознания, но и гуманитарных дисциплин.

В естественно-научной и гуманитарной сферах нейрокогнитивных исследований предложена структурно-функциональная «модель нейронауки» как трансдисциплинарной системы знаний об особенностях мозга, обеспечивающих деятельность человека в разных сферах [5; 6].

Вопрос о возможности использования знаний, полученных нейронаукой, в образовательном процессе, повседневной учебной и методической работе в настоящее время остается дискуссионным. Несмотря на наличие сомнений в актуальности таких знаний для образовательной практики [14; 15; 16],

мы разделяем противоположный подход и полагаем, что современная база данных о нейробиологических основах обучения достаточна для обсуждения их прикладных аспектов и перспектив использования в целях совершенствования методик обучения и образования в целом.

Применительно к образованию исследовательские данные нейронауки необходимы для совершенствования процесса обучения, повышения эффективности педагогической деятельности, направленной на развитие когнитивных функций обучающихся: памяти, внимания, речи, мышления, целенаправленной познавательной деятельности.

Существенное значение для развития дидактики и методики обучения имеет открытие нейропластичности мозга, которое считается одним из важнейших достижений в области неврологии за последние четыре столетия. Основу нейропластичности составляет теория локализации высших психических функций и асимметрия полушарий головного мозга.

Нейропластичность – это способность нервной системы изменять свою структуру и функции в ответ на новый опыт, обучение и даже повреждения. Это свойство позволяет мозгу адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды и оптимизировать свою работу. Такая адаптивность подчеркивает ди-

намичную и постоянно развивающуюся природу мозга даже во взрослом возрасте [8].

Обучение нашего мозга базируется на механизме долговременной памяти, представляющем собой формирование изменений синаптических связей между множеством клеток, образующих в мозге нейронную сеть, т. е., в конечном итоге, на нейрогенетическом аппарате. Структурные и функциональные механизмы пластичности головного мозга индуцируются воздействием обогащенной культурно-образовательной среды.

В процессе обучения, приобретения опыта осуществляется не только нейрогенез, но и динамическая перестройка функциональной и синаптической пластичности головного мозга, т. е. происходит его функциональная и морфологическая реорганизация.

Результаты исследований позволяют утверждать, что нейропластичность максимально проявляется в детском возрасте, в дальнейшем ее интенсивность постепенно снижается, так как мозг оптимизирует свои функции для эффективной работы в целях сохранения их устойчивости, но при этом одновременно снижается гибкость при ответе на новые стимулы. Новые задачи и нерутинные действия позволяют активизировать различные нейронные сети, что способствует формированию новых связей в головном мозге.

В области педагогической психологии А.В. Запорожец ввел понятие амплификации, сформулировал выдающуюся идею о том, что обучение в дошкольном возрасте не столько сужает, сколько расширяет возможности – в противовес идее, распространенной на Западе и у некоторых наших исследователей о существовании «воронки», или принципа угасания возможностей когнитивного развития с возрастом. С появлением эффективных методов анализа (нейро) физиологических оснований и выяснения пределов пластичности мозга можно сделать вывод о том, что мозг постоянно перестраивает себя (на физиологическом уровне) в зависимости от поступающей в него информации, т. е. развивается на протяжении всей жизни [4].

В.А. Бажанов отмечает высокую степень вовлеченности культуры и социума в процесс формирования мозга и его познавательного потенциала, на основе анализа резуль-

татов современных нейробиологических исследований обосновывает необходимость учета возрастных особенностей формирования головного мозга в дидактике и современной образовательной практике в целях повышения эффективности процесса обучения [1].

Исходя из данных нейрокогнитивных исследований, можно отметить, что в молодом возрасте мозг состоит из множества разделенных функциональных сетей, с плотными связями внутри них, с возрастом функциональные зоны становятся менее различимы из-за увеличения межсетевых взаимодействий и уменьшения внутрисетевых [13].

В последние годы было обнаружено: с возрастом уменьшается модульность (менее различимы функциональные связи) и локальная эффективность нейронных сетей, ассоциированных с высшими когнитивными функциями (сеть пассивного режима работы мозга). В то же время, локальная эффективность соматомоторных и визуальных сетей головного мозга не уменьшается, коэффициент участия этих сетей даже растет. Это значит, что высокая локальная эффективность нейронных сетей у молодых людей предположительно комплиментарна образовательным технологиям, построенным на передаче больших объемов специализированной информации в короткие промежутки времени [1 с. 174].

Результаты исследований говорят о существовании чувствительных периодов, в которых легче, качественнее и эффективнее, с использованием соответствующих психолого-педагогических методов, формировать целостную систему знаний и умений личности, осуществлять развитие ее способностей и потенциальных возможностей.

Нейропсихологические исследования показали, что функции второго блока головного мозга, включающего морфофункциональные структуры височной, затылочной и теменной коры головного мозга человека, связаны с восприятием и обработкой информации, соответственно, зрительной, слуховой, пространственной информацией наряду с сохранением образов соответствующих объектов [2]. Ребенок в процессе онтогенеза не только обучается, например, распознавать графему и сопоставлять ее со звуком, усваивать навыки чтения и письма, но развивать

мыслительную деятельность в целом.

Таким образом, идея стабильности и неизменности мозга заменена представлением о структурной и функциональной нейронной пластичности: любая длительно продолжающаяся активность, включая физическую, сенсорную, обучение, мышление, воображение и т. п., меняет мозг и разум человека [9]. Различия в архитектуре мозга и доминирующей нейронной активности, как выяснилось, укоренены не только в особенностях социальных групп, к которым человек принадлежит, но и культурно фундированы [18].

В современной нейронауке получены важные результаты, касающиеся вопросов развития потенциала головного мозга в процессе обучения. Нейрофизиологические исследования когнитивной и нейронной пластичности мозга, показали непрерывное его перестроение, реорганизацию на физиологическом уровне в зависимости от объема и качества поступающей в него информации. Регенерация нейронной системы заметно интенсифицируется физической активностью. Отмечается, что включение в виде специальных перерывов в общий поток проводимых каждый день занятий, наряду с занятиями физическими упражнениями, оказывает существенное положительное влияние на развитие когнитивных функций обучающихся [11].

Благоприятное влияние на усвоение родного языка и совершенствование навыков чтения оказывает изучение иностранного языка. Нейробиологические исследования демонстрируют, что нейроструктуры билингвов отличаются большей сложностью по сравнению с людьми, владеющими одним языком. При этом экспериментально подтверждается, что билингвизм активизирует развитие творческих способностей обучающихся и воспитанников. Более того, установлено, что обучение ребенка в возрасте от одного года до трех лет иностранному языку приводит к активизации работы левого полушария головного мозга при совершении грамматических операций, как и при изучении родного языка. В 4-6-летнем возрасте грамматическая обработка информации осуществляется обоими полушариями, но уже наблюдаются затруднения в овладении грамматикой чужого языка. Кроме того, языковой акцент маловероятен при обучении

иностранному языку до 12 лет [19, р. 85-86]. Отсюда следует, что, чем раньше начнется обучение иностранному языку, тем оно будет более простым и эффективным.

Обучение игре на музыкальных инструментах, как показывают результаты нейробиологических исследований, активно стимулирует изменения в нейронных процессах, важных для развития мышления и эмоциональной сферы детей, что положительно сказывается на их общем интеллектуальном развитии, высоких академических результатах в обучении [17], преодолении дислексии [12].

По данным нейронаучных исследований рациональная сфера человека связана с лобной долей и формируется к 22 годам, тогда как участки мозга, ответственные за эмоциональную саморегуляцию, – к 10-12 годам. Можно предположить, что такое непоследовательное формирование когнитивных функций проявляется в неустойчивой психике подростков, поэтому данный факт необходимо учитывать в педагогическом процессе, при взаимодействии детей и взрослых.

Многочисленные нейрофизиологические исследования процесса когнитивной тренировки детей раннего возраста с использованием математических упражнений (арифметического счета, логических задач, упражнений на доказательство, задач на конструирование) показали, что такие занятия являются существенным фактором для развития математических способностей детей на школьном этапе обучения. Существуют исследования, демонстрирующие обусловленность высоких результатов в математической (и даже академической карьере) при высоких показателях освоения арифметического счета в дошкольном возрасте [1; 10].

Поэтому вполне обосновано широкое применение педагогических методик по развитию опыта арифметического счета, математических операций в раннем детском возрасте самими родителями и в дошкольных образовательных учреждениях в игровой форме [7].

С учетом нейробиологической аргументации подтверждается надежность многолетней педагогической практики интенсивной углубленной подготовки обучающихся в условиях специализированного обучения –

физико-математических школ, активно создаваемых с середины прошлого века.

Применительно к системе образования важным следствием результатов нейробиологических исследований является понимание важности внутренних стимулов для успешного обучения: интеллектуальное любопытство и эффект новизны. Эмоциональный подъем при открытии нового, положительные переживания при обострении и разрешении познавательного противоречия (решения задачи) играют важную стимулирующую и ориентирующую роль в познавательном процессе [3].

Практические выводы.

В заключение хотелось бы подчеркнуть педагогическую значимость нейробиологического факта пластичности головного мозга для эффективной практики дошкольного образования и организации процесса обучения в общеобразовательной школе. Свойство нейронной пластичности свидетельствует о способности головного мозга функционально и структурно изменяться под влиянием опыта и социально-культурных факторов. Методы обучения и образовательные технологии оказывают существенное структурирующее воздействие на головной мозг, эти изменения могут иметь долгосрочные последствия и влиять на адаптационную способность мозга при обработке новой информации.

Исполнительные функции, как вовлеченная структура головного мозга, определяют когнитивные способности: избирательное использование информации с помощью контроля внимания и когнитивного торможения; переключение задачи с использованием когнитивной гибкости, ингибирующий контроль при подавлении импульсов, определение актуальности информации или уместности действия.

Возможность мозга использовать имеющуюся информацию для генерирования принципиально новых идей обусловлена согласованным режимом работы сразу не-

скольких структур и обоих полушарий головного мозга: в творческий процесс вовлечены различные по функционалу нейронные сети, отвечающие за способность выбора главного из объема информации и контроль реакции на различные стимулы.

Структурно-функциональная пластичность головного мозга усиливается обогащенной образовательной средой, именно познавательная деятельность обеспечивается системой функционально-специализированных и взаимодействующих структур мозга. Постепенность и гетерохронность их созревания в онтогенезе определяют особенность и возможности реализации когнитивных процессов на разных этапах развития, что необходимо глубже и полнее учитывать в образовательной практике.

Мозг обладает возрастными особенностями восприятия и переработки информации. Учет этих особенностей в педагогической теории и практике позволит увидеть новые возможности для стимулирования интеллектуального развития учащихся и сделает процесс обучения более эффективным. Проблема развития интеллектуальной сферы ребенка имеет фундаментальное значение для педагогики, так как интеллектуальное развитие является важнейшей частью общего психического развития, подготовки детей к школе и будущей жизни. Познавательное развитие выступает в качестве важного направления развития ребенка в дошкольный период детства, когда закладываются основы личности. Как будет мыслить взрослый человек, напрямую зависит от того, как были использованы ресурсы интеллектуального развития дошкольного периода. Поэтому важно объединить результаты нейробиологических исследований, значимые для практики обучения, с психологическими и педагогическими теориями и на этой основе скорректировать методологические подходы к разработке педагогических технологий повышения когнитивной эффективности обучения в системе общего образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бажанов В.А.* Мозг-культура-социум: кантианская программа в когнитивных исследованиях. – М.: Канон+РООИ «Реабилитация», 2019. – 288 с.
2. *Бекоева Д.Д.* Нейропсихология мышления и искусственный интеллект // Педагогика и психология образования. – 2022. – № 3. – С. 175-184. DOI: 10.31862/2500-297X-2022-3-175-184.

3. Глебова М.В. Критерии развития продуктивного мышления школьников в процессе обучения // Педагогическая наука: прошлое, настоящее, будущее: материалы международной заочной научно-практической конференции. Ч.1. – Новосибирск: Изд. «ЭНСКЕ», 2011. – С. 10-17.
4. *Запорожец А.В.* Избранные психологические труды: в 2-х т. Т. I. Психическое развитие ребенка. – М.: Педагогика, 1986. – 381 с.
5. *Шибкова Д.З., Байгужина П.А.* Нейронаука: междисциплинарная интеграция или экспансия? // Психология. Психофизиология. – 2020. – № 13(3). – С. 111-121. DOI:10.14529/jpps200312.
6. *Шкурко Ю.С.* Нейротехнологии и полиферация идей нейронауки // Социальная психология и общество. – 2017. – Т.8, № 4. – С. 32-42. DOI:10.177509/sps.2017080403.
7. *Amalric M., & Dehaene S.* (2016). Origins of the Brain Networks for Advanced Mathematics in Expert Mathematicians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 4909-4917. – URL:<https://doi.org/10.1073/pnas.1603205113> (Дата обращения: 19.05.2025).
8. *Costandi M.* *Neuroplasticity, Neural transmission, Neurophysiology* // Cambridge, MA: The MIT Press. 2016. 192 p.
9. *Doidge N. M.D.* The brain that changes itself: stories of personal triumph from the frontiers of brain science. // New York: Viking Press, 2007. 427 p.
10. *Duncan G.J., Dowsett C.J., Claessens A., Magnuson K., Huston A.C., Klebanov P., Pagani L.S., Feinstein L., Engel M., Jeanne Brooks-Gunn J., Sexton H., Duckworth K., Japel C.* School readiness and later achievement // *Developmental Psychology*. 2007. Vol. 43, № 6. P. 1428-1446. – URL:<https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0012-1649.43.6.1428> (дата обращения: 19.05.2025).
11. *Erwin H.A., Fedewa A., Beighle and S.Ahn.* 2012. A quantitative review of physical activity, health, and learning outcomes associated with classroom-based physical activity interventions // *Journal of Applied School Psychology*. 2012. Vol. 28(1). P 14-36. DOI:10.1080/15377903.2012.643755. – URL:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15377903.2012.643755/> (дата обращения: 15.05.2025).
12. *François C., Grau-Sánchez J., Duarte E., Rodriguez-Fornells A.* Musical training as an alternative and effective method for neuro-education and neuro-rehabilitation // *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 6 (Article 775). – URL:<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2015.00475/full> (дата обращения: 19.05.2025).
13. *Geerligs L., Renken R., Saliassi E., Maurits N.M. and Lorist M.M.* A Brain-Wide Study of Age-Related Changes in Functional Connectivity // *Cerebral Cortex*. 2015/ Vol.25 (7). P. 1987–1999. DOI: 10.1093/cercor/bhu012
14. *Han H., Soylu F., Anchan D.M.* (2019) Connecting Levels of Analysis in Educational Neuroscience: A Review of Multi-Level Structure of Educational Neuroscience with Concrete Examples // *Trends in Neuroscience and Education*. Vol. 15. – URL:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tine.2019.100113> (дата обращения: 19.05.2025).
15. *Hirsh-Pasek K., Bruer J.T.* The Brain/Education Barrier // *Science*. 2007. Vol. 317. P. 1293-1293. – URL:<https://doi.org/10.1126/science.1148983> (дата обращения: 19.05.2025).
16. *Howard-Jones P.* Neuroscience and Education: Myths and Messages // *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 15. P. 817-824. – URL:<https://doi.org/10.1038/nrn3817> (дата обращения: 19.05.2025).
17. *Kuvas N.* Music, Hearing, and Education: from the Lab to the Classroom // *ENT and Audiology News*. 2016. Vol. 25, № 4. P. 94-96.
18. *Rubin B.P.* Changing brains: the emergence of the field of adult neurogenesis // *BioSocieties*. 2009. Vol. 4. P. 407-424
19. *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science.* OECD (2007). –URL:http://ed-neuro.ceit.metu.edu.tr/system/files/Files/Giris-2/understanding-the-brain-oecd_report.pdf/ (дата обращения: 19.05.2025).

**NEUROBIOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT
OF THE COGNITIVE SPHERE OF STUDENTS:
APPLICATION IN GENERAL EDUCATION**

GLEBOVA Marina Vladimirovna

Candidate of Sciences in Pedagogy, Deputy Head
Education Department of the Prokopyevsk City Administration
Prokopyevsk, Russia

The article discusses the problem of developing the cognitive sphere of students, taking into account the achievements of modern neuroscience. Structural changes in the brain that occur during the learning process lay the trajectory of subsequent intellectual activity, determine the mechanisms, range of possibilities and boundaries of cognition, perception and social behavior. Based on the generalization and analysis of neurobiological data, practical conclusions and recommendations are formulated for the development of children's cognitive functions and increasing the effectiveness of the educational process.

Keywords: cognitive development, mind, thinking, neuroscience, interdisciplinarity, neuroplasticity, education.